

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-315726

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
F 0 2 B 37/12	3 0 2	F 0 2 B 37/12	3 0 2 Z
B 6 3 H 21/38		B 6 3 H 21/38	Z
F 0 2 B 33/34		F 0 2 B 33/34	
37/007		F 0 2 D 23/00	P
F 0 2 D 23/00		29/02	A
審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-134678

(22) 出願日 平成10年(1998)4月28日

(71) 出願人 000142724

株式会社兼坂技術研究所

神奈川県川崎市川崎区渡田向町8番2号

(72) 発明者 兼坂 弘

神奈川県川崎市川崎区渡田向町8番2号

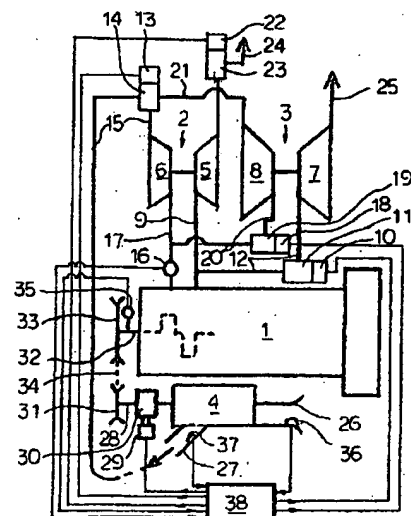
(74) 代理人 弁理士 椎原 英一

(54) 【発明の名称】 船用エンジンの過給方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 始動容易で、巡航時燃費率を低下し且つ高速航行時出力を高めると共に、漁労時等は低速トルクを増大する船用高比出力ディーゼル機関の過給方法を提供する。

【解決手段】 ミラーサイクル利用の低圧縮比、高膨張比の機関1に小容量ターボチャージャ(TC)2、大容量TC3及び可変速駆動のスーパーチャージャ(SC)4を備え、低トルク必要時は小容量TCのみ駆動し、高トルク必要時は両TC又はこれらとSCを併せ駆動すると共に、中速回転数以下で定常以上のトルクが突発的に必要の時は、両TCの一方とSCを駆動し、又回転数を上昇するよう制御する。始動時は、SCで給気圧力比を高めて高比出力、低圧縮比機関の始動を容易にし、巡航時は、膨張比の高い機関にTC過給して燃費率を低下させ、高速航行時は、TCとSCにより出力を高め、船舶の作業時には、TCとSCにより低速トルクを高めらる。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ミラーサイクルを利用した低圧縮比、高膨張比の船用ディーゼルエンジンに小容量ターボチャージャー、大容量ターボチャージャー及び可変速駆動されるスーパーチャージャーを備え、所定低トルク必要時には小容量ターボチャージャーのみを駆動し、所定高トルク必要時には小容量ターボチャージャーと大容量ターボチャージャーまたはこれらと前記スーパーチャージャーを併せて駆動せしめるとともに、中速回転数以下において定常以上のトルクを突発的に必要とするときは、該突発事態を捉えて必要トルクとなるよう前記両ターボチャージャーの少なくとも一方と前記スーパーチャージャーを回転し、またはその回転数を上昇するよう制御することを特徴とする船用エンジンの過給方法。

【請求項2】 始動時に前記スーパーチャージャーを駆動することを特徴とする請求項1記載の船用エンジンの過給方法。

【請求項3】 前記突発事態を、小容量ターボチャージャーの給気流量の変化で捉えることを特徴とする請求項1または請求項2記載の船用エンジンの過給方法。

【請求項4】 前記突発事態を、小容量ターボチャージャーの給気圧力の変化で捉えることを特徴とする請求項1または請求項2記載の船用エンジンの過給方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、船用エンジンの過給方法、殊に過給機としてターボチャージャー（以下TCと称す）とスーパーチャージャー（以下SCと称す）を併設した船用高比出力ディーゼルエンジンの過給方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】前記船用高比出力ディーゼルエンジン（以下船用エンジンという）においては、従来から出力増大の目的で複数のTCを直列に配設した2段TC過給が採用され、これにより給気圧力比を高めて平均有効圧力（以下BMEPという）を $30\text{ kg/cm}^2$ 程度までに高めて高比出力化を図っている。

【0003】即ち、上記高比出力エンジンでは、給気圧力比が高いため、図4のp-v線図におけるエンジンの許容最高圧力（線11-12）を越えないよう圧縮比を8程度と低くせざるを得ず、このため燃料消費率（以下BSFCという）が増大するが、圧縮比が低いため膨張比も小さくなり、排気のエネルギーは図4の面積5-10-1に示されるように大きく得られ、これによって前記2段TC過給が可能と成り、前記の如く給気圧力比を高めることが可能となったのである。

【0004】この場合、上記構成のエンジンに公知のミラーサイクルを応用して、例えば圧縮比は8とするも膨張比を12とし、図4で点5であった膨張行程を点8にまで増大すれば、エンジンのシリンダ内部で行われてい

る仕事量は、図4の面積5-8-9-1分だけ増加して熱効率も向上するものの、排気エネルギーは面積8-10-9と減少し、2段TC過給によっても給気圧力比を高めることができず、BMEPは $20\text{ kg/cm}^2$ 程度に留まる。

【0005】一方、船舶を推進するプロペラの抵抗トルクは、プロペラの回転速度の2乗に比例して増大し、また速度型の機械であるTCの圧縮機も流量即ちエンジン速度の2乗に比例して給気圧力比を高め、該圧力比にほぼ比例してエンジンのトルクを高めることはよく知られている。従って理論的には、図5に示すTCの特性曲線において、最高効率曲線1-2を利用することが可能で、図3の線1-3に示すトルク曲線とすることが可能の筈であり、点3において高トルクの発生を期待できる。

【0006】ところが、船舶ではその加速中における船舶の姿勢の変化等によって図3の斜線部4に示されるハンプ（hump）が生じ、これはエンジンの発生するトルク以上の抵抗トルクを起生することがある。また、漁船等における漁網の曳航の際には更に大きな抵抗トルクが発生するが、これらを克服する低速トルクを発生させることは従来の高比出力エンジンでは本質的に不可能であり、これが高比出力の船用エンジンの普及を妨げていた。また、一般にディーゼルエンジンの圧縮率は、始動性を確保することを一義に決定され、1000馬力（PS）以下のエンジンでは13~16とされているが、前記高比出力エンジンとするためには圧縮比を下げねばならず、こうすると高価な特別な始動補助装置が必要となり、これも高比出力の船用エンジンの普及を阻害する要因となっている。

##### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記に鑑み案出されたもので、発明の課題は、前記ミラーサイクルを応用した低圧縮比、高膨張比のディーゼルエンジンをベースに、始動が容易で、船舶の巡航時のBSFCを低下させ、かつ高速航行時の出力を高めるとともに、漁労時等において必要な低速トルクを増大し得る船用高比出力ディーゼルエンジンによる船用エンジンの過給方法を提供することにある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するための本発明船用エンジンの過給方法は、ミラーサイクルを応用した低圧縮比、高膨張比の船用ディーゼルエンジンに小容量ターボチャージャー、大容量ターボチャージャー及び可変速駆動されるスーパーチャージャーを備え、所定低トルク必要時には小容量ターボチャージャーのみを駆動し、所定高トルク必要時には小容量ターボチャージャーと大容量ターボチャージャーまたはこれらと前記スーパーチャージャーを併せて駆動せしめるとともに、中速回転数以下において定常以上のトルクを突発的に必要とするときは、該

突発事態を捉えて必要トルクとなるよう前記両ターボチャージャの少なくとも一方と前記スーパーチャージャを回転し、またはその回転数を上昇するよう制御することを特徴とする。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図1乃至図5により詳細に説明する。図1は本発明船用エンジンの過給方法に使用されるTC及びSCを備えた船用ディーゼルエンジンと、該エンジン及び前記TC及びSCを制御する機器類の配置図であるが、図1において1はミラーサイクルを応用した低圧縮比、高膨張比の船用ディーゼルエンジンであり、該エンジンには、並列に接続された小容量のTC2及び大容量のTC3と、SC4が搭載されている。

【0010】前記TC2及びTC3は各々タービン5、7、とこれにより駆動されるコンプレッサ6、8からなり、前記エンジン1及びSC4と次のように管連結されている。即ち、a. エンジン1の排気系統とタービン5の入口とを排気管9により、b. 該排気管9とタービン7の入口とをアクチュエータ10付き切換え弁11を備えた排気管12により、c. 前記SC4の後記吐出ダクト27とコンプレッサ6の入口とをアクチュエータ13付き切換え弁14を備えた給気管15により、d. コンプレッサ6の出口と前記エンジン1の吸気系統とを圧力センサ16を備えた給気管17により、e. 該給気管17における前記圧力センサ16よりコンプレッサ6側と、コンプレッサ8の出口とをアクチュエータ18付き切換え弁19を備えた給気管20により、f. 前記アクチュエータ13付き切換え弁14とコンプレッサ8の入口とを給気管21により各々接続するとともに、前記タービン5、7の出口にはそれぞれアクチュエータ22付き切換え弁23を備えた排気管24及び排気管25を接続している。

【0011】前記SC4は吸気ダクト26及び吐出ダクト27を備えるとともに、その回転軸28に、例えばアクチュエータ29付きの無段変速機（以下CVTという）30が配設されている。上記回転軸28の軸端にはプーリ31が固着され、該プーリ31は前記エンジン1のクランク軸32の軸端に固着されたプーリ33によりベルト34を介して駆動されるよう構成されている。なお、35は前記クランク軸32に設置された回転センサ、36は前記吸気ダクト26に設置された流量センサ、また37は前記吐出ダクト27に設置された圧力センサである。

【0012】図1において38は電子制御器で、前記回転センサ35、流量センサ36及び圧力センサ16、37に結線されてそれぞれエンジン回転数、SC4の吸気流量コンプレッサ6の出口圧力及びSC4の吐出圧力を入力し、この情報に基づいて所定の演算を行い、エンジン1の運転状態に応じて前記アクチュエータ10、2

2、13、18及び29に作動乃至停止指令を出力すべく結線されている。図2は前記アクチュエータ付き切換え弁の一例を示すもので、実線はアクチュエータ10、18及び22付き切換え弁11、19、及び23を表し、仮想線で表した給気管21をもつものは、アクチュエータ13付き切換え弁14を表している。

【0013】次に、前記装置による本発明船用エンジンの過給方法を説明する。まず始動時には、例えば100rpmとエンジン速度が低い、これを回転センサ35が電子制御器38に伝え、この情報に基づき電子制御器38はアクチュエータ29に指令を送り、CVT30の変速比を高めるようにし、SC4の回転数を上げてSC4からの給気量と給気圧力を大とし、エンジン1の始動を容易にするのである。

【0014】船舶の巡航時には、通常のTC過給エンジンと全く同様で、このときSC4は吐出ダクト27内の圧力が大気圧のままであるように、圧力センサ37の信号に応じて電子制御器38を介して前記アクチュエータ29に指令し、CVT30の速度比を制御するとともに、エンジン1は前記小容量TC2のみによって過給される。即ち、回転センサ35はエンジン1の回転速度が1400rpm以下であることを感知してこれを電子制御器38に伝え、該電子制御器38はこの情報に基づき、アクチュエータ10及び18に命じて大容量TC3の流路（排気管12及び給気管20）を切換え弁11及び19によって閉じ、大容量TC3の機能を停止させるとともに、アクチュエータ13及び22に命じて小容量TC2の流路（給気管15及び排気管24）を切換え弁14及び23によって開き、小容量TC2のみを駆動してエンジン1に過給し、更にアクチュエータ29に命じてCVT30を制御し、SC4の回転が、前記圧力センサ37が感知する吐出ダクト27内の圧力が大気圧を保持する回転となるように制御するのである。

【0015】例えば、エンジン1の最高回転速度が2000rpmの場合には、 $1/\sqrt{2}$ の1400rpmまでは公知のTC過給エンジンと同様に、小容量TC2のみによってエンジン1に過給し、図3の線1-3に示すようにエンジン速度とともに吸気量を増大し、この間、流量の2乗に比例して給気圧力を発生する特性を持つ小容量TC2は順次給気圧力を高め、これによって給気圧力に比例してBMEPを高め得るエンジン1のトルク曲線は図3の線1-3となるのである。因に、図3の線1-2は無過給時のエンジン1のトルク曲線を表している。

【0016】船舶のプロペラの抵抗トルクもまた、回転速度の2乗に比例して増大する特性を有しており、この意味で図3の線1-3は船用エンジンとして好ましいトルク曲線といえるが、プロペラの回転速度即ちエンジンの回転速度を、例えば1400rpmから2000rpmと約 $\sqrt{2}$ 倍にして船舶の速度を早めようとすると、図3の線3-9とエンジン速度の2乗、即ちトルクを2

倍に高めなければならず、これはTCのみの過給によっては不可能である。

【0017】そこで本発明過給方法では、エンジン1の回転速度が1400rpmに達したとき、これを回転センサ35が感知して電子制御器38に伝え、電子制御器38よりアクチュエータ10、18に指令を発して切換弁11、19を開き、大容量TC3の流路(排気管12及び給気管20)を開いて小容量TC2と並列に大容量TC3を駆動し、エンジン1に大容量の給気を過給するのである。大小のTC2、3が並列に作動するときのTCの最大能力は、図5の最高効率曲線1-2における点2によって表されるが、本発明における前記エンジン1の例では4000rpmにおいて最大能力が発揮される。

【0018】エンジン4000rpm時のTC2、3の流量を、エンジンの最高回転速度である2000rpmにおいてエンジン1に給気させるには、サイクル当りのエンジン1への給気量を2倍にすることであるが、これはTC2、3が図3の点8で吐出する流量を変えることなくSC4によって給気圧力を2倍に高めることによって可能となる。これを図3で示すと点9であり、点8であった圧力比は点9において「7」と高められ、 $20\text{ kg/cm}^2$ であったBMEPは $40\text{ kg/cm}^2$ にまで高めることができ、図3の線1-3-9とエンジン速度の2乗に比例したトルクを発生し得る高比出力の船用エンジンとすることができるのである。

【0019】前記ハンブが原因の、プロペラ抵抗による図3の面積4で示すトルクの変動時及び漁船における漁網の曳航時またはタグボート等の作業時に生ずる高トルクの必要時等、図3の点3以下エンジン速度において発生する、通常の必要トルクを越える抵抗トルクに対応するため、エンジン1に図3の線1-3以上のトルクが要求されるときは、小容量TC2のみを作動した状態で、吸気ダクト9に配設された流量センサ36により図3の点3におけるエンジン1の吸気量を感知せしめて前記電子制御器38に伝え、電子制御器38はこの情報に基づきアクチュエータ29に指令を発してCVT30の変速比を変えて駆動し、エンジン1の回転速度が図2の点3以下となっても、流量センサ36に感知されるSC4による流量が点3の流量で一定となるように制御するのである。これによって、小容量TC2は図5の前記最高効率曲線における点2のみにて作動することになり、図3の点6では前記の如く給気圧力比は「7」となり、BMEPは $40\text{ kg/cm}^2$ に保つことができる。

【0020】前記構成によれば、エンジン1の回転速度が図3の点6以下になった場合に、更に給気圧力比を高め給気量を一定にしようとして給気圧力比が図3の点6を越え、シリンダ内圧力がエンジンの許容最高圧力を越えようとするが、前記圧力センサ16が異常な給気圧力を感知して電子制御器38に伝え、電子制御器38はこ

の情報に基づきアクチュエータ29に指令を発して、図3の点6の給気圧力比を越えぬようにCVT30の変速比を変え、SC4のエンジン1に対する速度比を制御する。これによって、給気圧力比が図3の線6-14に抑えられ、BMEPも点6以上には高まらないのである。

【0021】次に、図3の点3~6間のエンジン回転速度において、線3-6を越える抵抗トルクが発生したときのそれに対応する過給方法について述べる。この場合は、例えば点3のエンジン速度において点3以上のトルクを発生させるために、まずエンジン燃料制御装置(図示せず)により燃料供給量を増量することを信号として電子制御器38に伝える。これにより、電子制御器38はアクチュエータ13、22に指令を発して切換弁14、23を閉じ、小容量TC2の作動を停止させるとともに、アクチュエータ10、18に命じて切換弁11、19を開き、大容量TC3のみを作動させ、SC4と協働して過給するのである。

【0022】前述の如く前記大小容量のTC2、3は、合わせてエンジン1の4000rpmに相当する給気量を供給し得るように構成されている(小容量TC2は1400rpm、大容量TC3は2600rpm)ので、大容量TC3の給気量は2600rpmのとき図3の点15において最大能力を発揮し、前述の方法によりエンジン回転速度が点15以下では線15-16-6のトルク曲線とすることができ、実用的には線17-16-6がのトルク曲線が利用できる。同様にして、図3の点16以上のエンジン回転速度において線17-16以上のトルクが要求される場合は、電子制御器38がアクチュエータ13、22に指令を発して切換弁14、23を開き、大容量TC3及び小容量TC2を共に作動させ、これによって前述の如く、図3の線9-16のトルクを発生させることができ、本発明に係るエンジン1では、エンジン1の全速度範囲にわたって図3の線9-16-6-14なる高いトルク曲線とすることができる。

#### 【0023】

【発明の効果】本発明の船用エンジンの過給方法は、ミラーサイクルを利用した低圧縮比、高膨張比の船用ディーゼルエンジンに小容量ターボチャージャ、大容量ターボチャージャ及び可変速駆動されるスーパーチャージャを備え、所定低トルク必要時には小容量ターボチャージャのみを駆動し、所定高トルク必要時には小容量ターボチャージャと大容量ターボチャージャまたはこれらと前記スーパーチャージャを併せて駆動せしめるとともに、中速回転数以下において定常以上のトルクを突発的に必要とするときは、該突発事態を捉えて必要トルクとなるよう前記両ターボチャージャの少なくとも一方と前記スーパーチャージャを回転し、またはその回転数を上昇するよう制御することを特徴とするので、エンジンの始動時には、SCによって給気圧力比を高めて高比出力、低圧縮比エンジンの始動を容易にし、船舶の巡航時には、膨張

比の高いエンジンにTC過給して燃料消費率を低下させ、高速航行においては、TCと直列配置したSCによって出力を高め、船舶の作業時には、TCとSCによって低速トルクを高めることができ、これによって船舶のみでなく、車両にも適用できる。そして車両に適用した場合、車両のゼロ発進時にはSCによって過給できるのでターボラグの弊害が避けられ、したがって、ターボラグの影響を少しでもなくそうとして公知の動圧過給方式を採用し、結果的にタービン効率を下げたエンジンの熱効率と出力を低下させてしまうという弊害をなくすることができるという効果がある。また、本発明によれば、低速トルクは専らSCによって充分得られるから、従来車両用過給機において低速トルク増大のために採用されていなかったタービン、コンプレッサにおけるベーンを採用でき、過給効率を一層高めることができる効果もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明船用エンジンの過給方法に使用されるTC及びSCを備えた船用ディーゼルエンジンと、該エンジン及び前記TC及びSCを制御する機器類の全体構成図

【図2】アクチュエータ付き切換え弁の一例を示す部分的断面図

【図3】本発明過給方法によるエンジンの回転速度と、平均有効圧力及び給気圧力比トルク及び給気圧力比との関係を示す線図

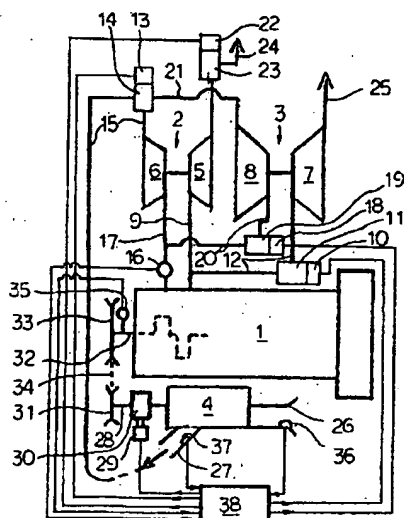
【図4】本発明過給方法によるエンジンと従来エンジンを比較するp-v線図

【図5】ターボチャージャの性能曲線図

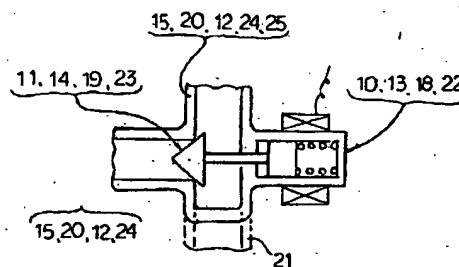
#### 【符号の説明】

- 1 エンジン
- 2 小容量ターボチャージャ（小容量TC）
- 3 大容量ターボチャージャ（大容量TC）
- 4 スーパーチャージャ（SC）
- 5、7 タービン
- 6、8 コンプレッサ
- 9、12、24、25 排気管
- 10、13、18、22、29 アクチュエータ
- 11、14、19、23 切換え弁
- 15、17、20、21 給気管
- 16、37 圧力センサ
- 26 吸気ダクト
- 27 吐出ダクト
- 28 回転軸
- 30 無段変速機（CVT）
- 31 プーリ
- 32、33 クランク軸
- 34 ベルト
- 35 回転センサ
- 36 流量センサ
- 38 電子制御器。

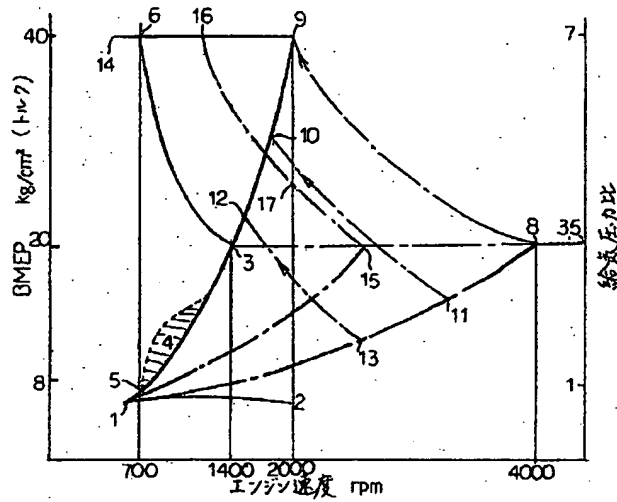
【図1】



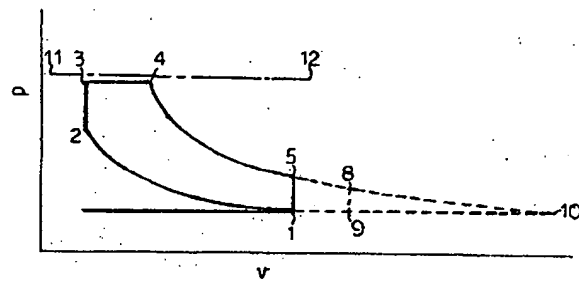
【図2】



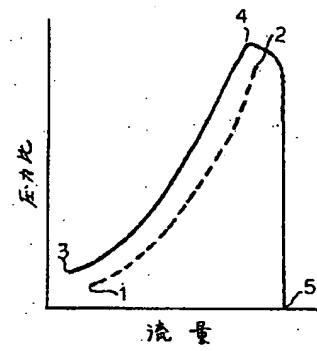
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
F 0 2 D 29/02

識別記号

F I  
F 0 2 B 37/00

3 0 1 C